

# 全球地震模型(GEM)行动计划\*

中图分类号: P315; 文献标识码: D; doi: 10.3969/j.issn.023524975.2010.08.008

自然灾害是一个全球性的问题,而地震也是不分国界的。因此,需要有一套统一而又各自独立的规范来计算全球地震风险。2009年3月9日,全球地震模型(Global Earthquake Model,简称GEM)公私合作项目正式启动,这拉开了GEM行动计划的帷幕。GEM计划由经济合作与发展组织(OECD)的全球科学论坛发起,旨在提供一个开源的透明标准,以便在全世界进行地震风险的计算模拟与相关信息的沟通交流。在此,我们对该计划的远景、目标、战略、科学框架、参与者、计划实施、组织、资助等情况做一简要介绍。

在过去10年中,有近50万人死于地震和海啸。由于发展中国家的城市快速增长和高速的城市化进程,其中绝大部分灾难发生在发展中国家。尽管如此,很多地震易发地区并没有建立风险模型,即使有的地区建立了相关模型,其信息也很难被顺利地获取。更好的风险意识可以通过更好的建筑、更有效的应急响应、更大程度的保险等行动来体现,提高风险意识还可大大降低地震带来的损失。

2005年联合国5兵库宣言6(Hyogo Declaration)指出:对于可持续发展而言,降低自然灾害风险是一个至关重要的标准。地震风险研究能够为减轻地震灾害发挥作用,因此经济合作与发展组织(OECD)全球科学论坛提议发展全球性的、开源性的风险评估。作为对这一需求的响应,全球地震模型(GEM)将为地震灾害和风险的计算模拟与信息交流提供权威性的标准。

本文介绍的是GEM行动计划的第一个5年计划(2009-2013),其间将花费3500万欧元建立第一个工作模型。在完成全球地震模型的第一个版本之后,GEM计划不会终止,将继续对模型进行维护和完善,深化

能力建设,扩大GEM伙伴网络,加强与新老参与者之间的联系和交流。

## 1 计划简介

### 1.1 使命

GEM将通过提供全世界范围内有关地震风险和地震影响的免费、可信、统一的信息来支持社会和经济的可持续发展。

### 1.2 远景

GEM将在独特的公私联盟模式下集结全世界范围内地震风险方面的各路专家来开发相关软件和工具,以期降低地震伤亡人数、财产损失、建筑物的损坏、不利于社会和经济发展的因素等。GEM将为跨区域和跨边界的地震风险评估提供基础,因此,对于降低地震风险而言,这是增强意识、促进行动的第一步。

GEM工具将在社区、国家、国际这3个层面上应用,以进行统一的地震风险评估,它可以被当作降低风险的可靠基础。GEM成果将在全世界范围内传播,GEM将着力提升风险意识。

### 1.3 目标

GEM的主要目的是建立一套独立、统一的标准用于计算和传递地震灾害与风险信

\* 收稿日期: 201006215。

息, 使其成为世界范围内降低地震损失的决策与行动的关键支撑工具。

GEM 通过完成以下任务实现降低风险的目标:

- (1) 在全球背景下, 整合地方专家意见, 以最高的可利用性标准, 统一计算世界范围内的地震风险;
- (2) 提供社会损失、经济损失的计算工具;
- (3) 利用上述工具估算出可能发生的情况, 对减灾行动(如建筑物系统性加固)进行成本效益分析, 以确定保险及选择性的风险转移;
- (4) 清晰、准确地传递地震风险信息, 为社区或组织提供关键信息, 以增强其降低风险的社会经济能力, 这项工作尤其要在发展中国家开展;
- (5) 在那些没有可持续建筑标准的国家, 积极推动可持续建筑标准的宣传, 或加强/改进现有的建筑标准。

1.4 战略

GEM 将通过以下两项主要战略措施实

- 现其目标:
- (1) 发展顶尖的开源软件和数据库, 作为地震风险绘图、监测及信息传递的必要基础;
  - (2) 调动社区力量和世界各地专业人士的积极性, 提升风险意识, 推动具有成本效益的减灾行动。

2 GEM 的科学框架和预期产出

GEM 将提供各种类型的软件和工具, 以满足不同参与群体的需求。为了实现这一目标, GEM 将以国家、区域、全球元素的整合为基础, 全面整合地震科学、地震工程、信息技术和基础设施等方面的最新前沿动态。

2.1 科学框架

GEM 科学框架(图 1)是构建地震模型的根本基础, 它主要以 3 个模块的整合来进行组织: 地震灾害、地震风险、社会经济影响。

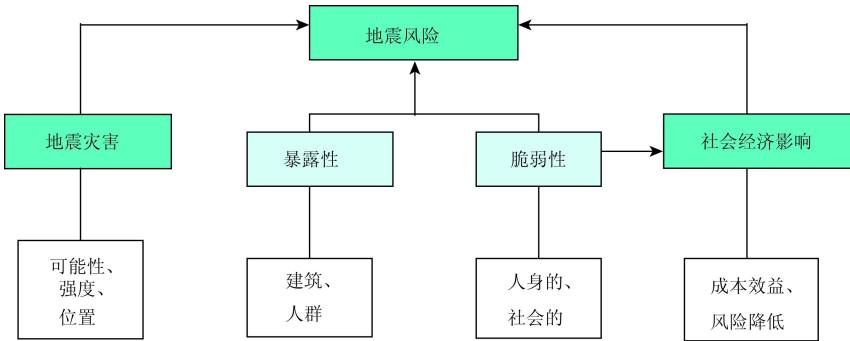


图 1 GEM 的科学框架

灾害模块计算地震发生的统一概率以及任意一个给定位置的震动情况。风险模块计算破坏情况和直接损失, 如伤亡和重建费用等。强地面震动导致的破坏将通过建筑物脆弱性、人群脆弱性和暴露性等来综合计算。此外, GEM 还将研发遥感和人群数据采集技术, 以对建筑物情况和区域脆弱性进行分

类、监测和定期升级。社会经济影响模块将提供工具和指标, 对地震给经济和社会造成的影响(特别是间接损失, 如对公司收入的影响, 对预算、贫穷状况的影响等)进行评估以及相关信息传递。该模块还将允许情景风险计算, 以对减灾行动进行成本效益分析。这 3 个模块将被有效的、兼容的开源软

件整合到一个开放的信息技术基础架构中。

2.2 产出

GEM 的用户和受益者十分广泛, 包括根据地震风险进行决策的人: <sup>1</sup> 应对自然灾害的政府和非政府机构或组织; <sup>o</sup> 工程师和建筑师; <sup>»</sup> 风险和灾害管理者; <sup>¼</sup> 大型企业、保险公司、投资集团; <sup>½</sup> 生活在地震易发区的人; <sup>¾</sup> 科学团体; <sup>i</sup> 普通大众。为了服务广大用户, GEM 将保证其产品和产出在追求高水平科学要求的同时, 还可以被便捷地获取。

对于非专业用户而言, 地震风险评估将以图片、图表这种容易理解的形式表达出来, 进而帮助提升普通大众的地震风险意识, 支持个人决策。专业性的风险评估(如保险或大灾难建模)将使用户能够通过对数据库的访问了解风险的计算过程以及潜在的不确定性。有了这样的信息之后, 使用 GEM 成果的公司和组织将能够提升他们在全世界的产品和服务水平。

GEM 最大的潜在应用可能是成本效益分析。GEM 所提供的工具和数据将允许市政府和国家当局对可能的减灾措施的效果进行直接量化和论证。

3 GEM 的特色和效益

OECD 全球科学论坛以及很多国家的政

府和私营企业都表明他们对 GEM 有实际需求。GEM 是独一无二的, 它将提供很多令人期待的软件 and 工具。

GEM 不同于当前重点关注地震风险的其他全球行动计划, 如: 联合国的国际减灾战略(International Strategy for Disaster Reduction —— ISDR), 特别是其全球风险识别计划 (Global Risk Identification Programme —— GRIP)、世界银行的全球减灾和灾后恢复机制( Global Facility for Disaster Reduction and Recovery —— GFDRR)、私营企业的风险模型以及其他区域性的和跨区域的许多行动计划。GEM 具有非常显著的特色, 并将产生极大的效益(表 1)。

4 参与者和贡献者

4.1 个人参与者

个人参与者指同意向 GEM 计划的最初 5 年至少捐献 100 万欧元的私营机构。目前, 私营机构总共向 GEM 计划捐献了 1160 万欧元。

4.2 公共参与者

公共参与者指同意向 GEM 提供赞助至 2013 年底的国家, 目前已参与 GEM 计划的国家包括: 比利时、德国、意大利、新加坡、瑞士和土耳其, 他们总共捐献了 340 万欧元。其他一些国家, 如: 美国、中国、日本、

表 1 GEM 的主要特色和效益

特色	效益
全球视角	解析全球性风险
公/私伙伴关系	通力合作; 保障经济长期发展
统一风险评估	建立统一标准; 可进行风险比较
稳固的科学基础	多学科化; 可靠的风险和损失评估
区域性/局地性实施	促使地方参与执行; 保证世界范围内的适用性
开放获取	允许风险信息传递; 保证模型的不断改进
动态性工具	监测风险变化; 允许增加和升级模型组件及数据集
有效降低风险的基础	确定风险成因; 成本效益分析
知识共享	提升意识; 增强能力

表 2 目前已参与 GEM 的私营机构

名称	所属地	经费( 万欧元)
慕尼黑再保险公司	德国慕尼黑	500
苏黎世金融服务集团	瑞士苏黎世	300
AIR 环球公司	美国波士顿	100
韦莱集团	英国伦敦	100
欧洲地震工程培训与研究中心	意大利帕维亚	160

印度、澳大利亚、新西兰、尼泊尔、孟加拉、挪威、法国、葡萄牙和卢森堡等加入 GEM 计划的可能性目前正在讨论之中。

4.3 非金额参与者( Associate Participants)

非金额参与者指通过与 GEM 协作并向其提供专业技术而对 GEM 计划做出贡献的国际组织。当前，GEM 计划的准参与者都是理事会成员，但他们并不参与有关投票活动。这些组织分别是：OECD、世界银行灾害风险管理小组、联合国教科文组织( UNESCO)、国际地震学与地球内部物理学协会( IASPEI)、国际地震工程协会( IAEE)。

4.4 贡献者

许多国际行动计划和科学团体都实际参与了 GEM 活动，向 GEM 提供软件和数据库。当前，这些伙伴包括：瑞士联邦理工学院( ETHZ)、德国波茨坦地质研究中心( GFZ)、挪威地球物理和地震研究基金会( NORSAR)、美国地质调查局( USGS)、美国南加州地震中心( SCEC)、澳大利亚地球科学组织( Geoscience Australia)、意大利地球与火山科学研究所( INGV)、世界行星监测与减缓地震危险组织( WAPMERR)、土耳其坎迪利天文台与地震研究所( KOERI)、葡萄牙国家土木工程实验室( LNEC)、新西兰地质与核科学研究所( GNS Science)、美国 SPA 风险公司( SPA Risk LLC)、德国灾害管理与风险降低技术中心( CEDIM)。

5 GEM 计划的实施

GEM 计划将花费 5 年时间建立其第一

个全球地震工作模型，包括相应的工具、软件和数据集。该项工作开始于 2009 年，将在 2013 年底结束。各个不同阶段的建设活动在时间上将有部分重叠。示范性工程 GEM1 (2009 年 1 月) 2010 年 3 月) 将产生 GEM 计划的第一代产品，并形成建模基础。来自全球的模型组件将形成有关模型定义、战略、标准、质量准则、数据库编辑格式等的集合体。为了保证国际科学团体能够研发出这些标准、工具等，GEM 已经发出征求建议书( Requests for Proposals, 简称 RfPs)，积极寻求灾害、风险以及社会经济影响方面的意见和建议。在全球尺度所产生的数据将会以更加详细的局地数据和区域性数据作为补充。区域性计划是一些特定资助目标下的项目，这些项目在世界各个地区开展，目前在中东和欧洲已经启动了一些相关项目。区域性计划所产生的数据将被整合到全球地震模型中，GEM 的实际发展将通过工具和资源共享网络平台的开发、利用来实现。全球地震模型在正式发布前将进行详细测试和评估。

5.1 GEM1

作为目标明确的示范性项目，GEM1 将产出第一批成果并形成建模基础。它将为当前需求提供核心保障，为整个 GEM 计算环境和产品集的未来发展提供关键知识。整个 GEM1 期间所得到的经验将是未来 GEM 发展的一个完整组成部分。

GEM1 当前正在收集世界范围内有关灾害和风险的模型、软件和数据。其成果将

包括初始的全球灾害图和第一款风险软件。信息技术框架、数据模型、数据转换的格式等都需要重点关注,因为它们都是 GEM 相关活动及其发展的基础。此外, GEM1 还涉及进一步的用户需求评估、确认和测试活动。需要注意的是, GEM1 不会为一般用途开发任何软件或网络交互界面。

GEM1 的总预算为 180 万欧元, 2009 年初开始实施, 预计实施时间为 15 个月。主要有 5 个核心机构参与, 全职工作人员 14 名(其中包括高级研究人员)。

## 5.2 全球组件

组成 GEM 各科学模块的组件需要在全局尺度研发, 这些组件将由国际财团通过项目申请的方式来征集。项目产生的模型、工具以及数据需要通过严格的审查, 以确保与最高科学标准的一致性和统一性。

目前已经发布的全球灾害组件包括: 全球历史地震目录和数据库、全球地震仪器目录、全球活动断层和震源数据库、全球应变速率(大地测量)模型、全球地面运动预测方程。

## 5.3 区域和国家层面的计划实施

GEM 计划在区域和国家层面上的执行具体表现为一系列独立的项目, 这些项目在 GEM 的框架下进行, 与 GEM 的标准和目标一致。它们将为 GEM 全球数据库、组件、计算环境提供数据及反馈。

到目前为止, 已经确定了以下地区: 欧洲、中东、阿拉伯半岛、拉丁美洲、加勒比海、亚洲(东北部、中部、东南部/太平洋地区)、非洲。当前, 两个区域性项目已经开始, 分别是欧洲的 SHARE 项目和中东的 EMME 项目。

## 5.4 建模工具

GEM 计划运用软件来进行协作和资源控制, 其文档、工具将由世界各地的开发者和研究者不断进行更新。数据存储将采用网络分布式, 开发者在接入点能够对相关数据

进行访问。为了实现这一目标, GEM 将在世界范围内建设集中的、区域性的计算设施。

## 5.5 集成

GEM 计划在全球尺度收集初步数据, 并通过区域性计划和国家计划在局部尺度采集更为详细和可信的数据。对这些数据的质量控制将非常严格, 最后, 它们将被整合到全球地震模型中。

## 5.6 评估和测试

对全球地震模型进行评估和测试能够大大增强模型及其相关理念的公众接受程度。通过建立简单的参照模型对尽可能多的 GEM 组件进行测试, 能够更好地发现 GEM 内在的问题及不确定性。测试过程包括透明的、可重复的科学实验, 确保其在可控环境下实施。

## 5.7 能力建设

技术转移对于实现 GEM 工具的统一性、有效性和适用性至关重要, 同时, 技术转移将使发展中国家的专家团队也能够使用 GEM 工具。发展中国家目前无法进行局部尺度的风险分析, 希望通过使用 GEM 工具降低自身的地震风险。

技术转移将通过能力建设和培训活动来展开, 研讨会和远程学习活动将在全世界不同的机构开展。能力建设将以具体需求为基础, 并将充分利用现代化技术。

## 5.8 长期展望及可持续性

除了常规的年度总结外, 还将面向 GEM 计划的 5 年执行期进行最终的外部评估, 以决定如何更好地继续 GEM 计划。同行审议这种评估活动将不仅仅审查科学产品的质量, 还将对下列问题进行了详细评估, 如最初设计的工作计划和目标的履行情况、伙伴的充分参与程度、与世界范围内用户/参与者的互动、知识/成果的有效利用和传播情况、额外资助经费的把握情况、项目的有效影响、给参与者和资助者带来的额外价值以及可持续性展望等。

在评估结果的基础上将会提出一个战略计划。GEM 秘书处将继续维护模型, 同时还将不断改善和发展模型, 使其满足未来发展的技术需求。此外, GEM 还将继续其知

识传播、技术转移和风险意识提升活动, 因为这是 GEM 的使命。未来, GEM 的必需资金有望来自更多的个人资助、政府支持以及国际组织和软件的商业使用。

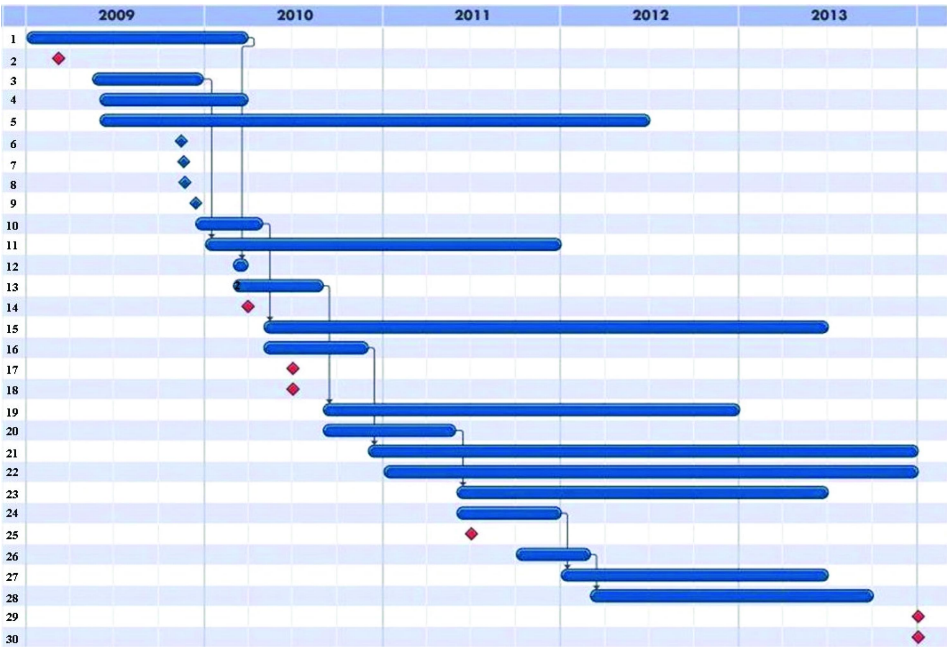


图 2 GEM 路线图( 2009 ) 2013)

5.9 路线图

GEM 路线图( 图 2) 中各标号的具体说明, 1: GEM1; 2: 里程碑))) GEM 成立; 3: RfPs ))) 全球灾害组件(第一轮); 4: 外展与交流 ))) 增强参与的积极性、启动区域性计划; 5: 欧洲和中东的区域性计划; 6: 评估和测试会议(ETHZ); 7: GEM1 中期检查; 8: RfPs ))) 网上审查截止; 9: 路线图))) 社会经济影响模块; 10: RfPs ))) 全球风险组件; 11: 全球灾害组件(第一轮); 12: GEM1 终期检查; 13: RfPs ))) 全球社会经济影响组件; 14: 里程碑))) 确定 GEM 建模基础(GEM1 结束); 15: 全球风险组件; 16: RfPs ))) 建模工具; 17: 里程碑))) 启动所有区域性计划; 18: 里程碑))) 公共机构参与者达 18 个; 19: 全球社会经济影响组件; 20: RfPs ))) 集成; 21:

建模工具; 22: 外展与交流))) 增强能力、面向终端用户; 23: 集成; 24: RfPs ))) 评估和测试; 25: 里程碑))) 个人赞助达 1600 万欧元; 26: RfPs ))) 全球灾害组件(第二轮); 27: 评估和测试; 28: 全球灾害组件(第二轮); 29: 里程碑))) 公共机构参与者达 30 个; 30: 里程碑))) 公开发布全球地震风险模型。

6 外展与交流

外展与交流战略旨在成功地将 GEM 的独特价值传递给全世界, 特别是传递给各国政府及国际组织。/ 外展0 部分包括邀请 GEM 参与者参加具体活动, 并向其提供产品和服务。主要包括在世界各地举行的演讲、集会和研讨会, 同时还涉及 GEM 年度会议和年度报告。/ 交流0 则主要是与公众、



媒体和 GEM 参与者就 GEM 的发展和成就进行对话, 相关活动包括: 项目简报(两月一期)、媒体访谈、新闻发布等。

7 组织和结构

2009 年 3 月 9 日, GEM 成为合法实体, 即一个非营利机构, 总部设在意大利帕维亚 (Pavia), 其组织机构如图 3 所示。

8 资助计划

第一版全球地震模型的构建需要花费 5 年时间(2009) 2013) 和 3500 万欧元, 各项

具体支出情况见图 4。GEM 区域性计划的预算总额为 1200 万欧元, 目前将近 1/2 的预算已有经费保障, 其中来自欧洲的有 320 万欧元, 来自中东的有 200 万欧元。截止 2009 年 10 月, GEM 参与伙伴已经保证提供超过 2/3 的必需资金, 其他资金将从政府、公共机构、基金会、私人企业等筹集。

图 5 是未来 GEM 经费的收支情况估算, 其中资金流入情况基于 2010 年后可能加入 GEM 计划的公共和私营机构。

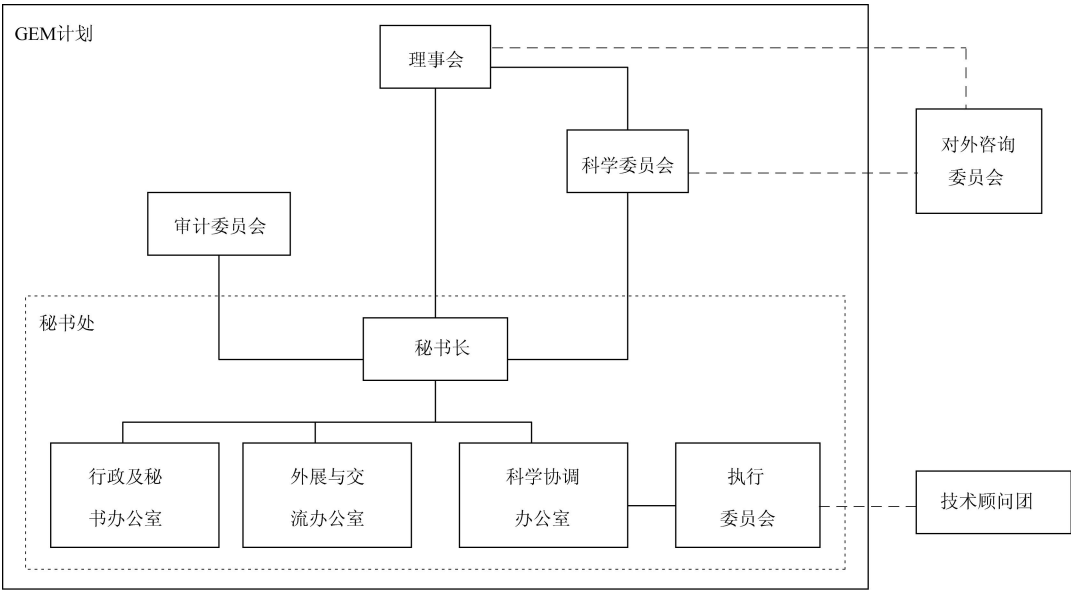


图 3 GEM 的组织机构图

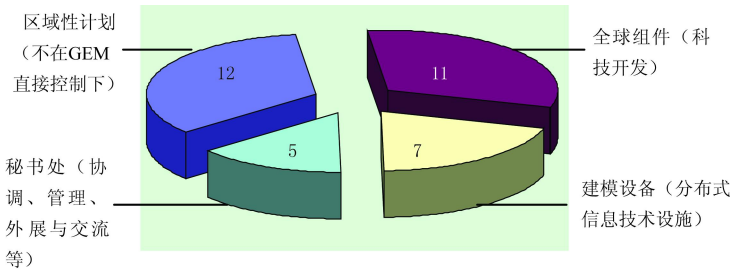


图 4 GEM 的总经费支出情况(单位: 百万欧元)

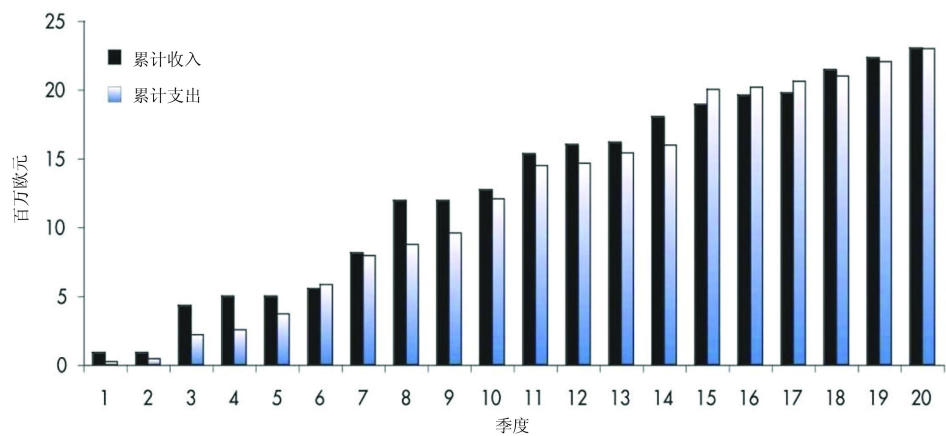


图 5 GEM 经费的未来收支情况预测

(中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/ 中国科学院  
资源环境科学信息中心 赵纪东 李旭东 编译)

(译者电子信箱, 赵纪东: zhaojd@lilas.ac.cn)

参 考 文 献

[ 1] Global Earthquake Model. [http://www.globalquakemodel.org/system/files/A\\_GlobalEarthquakeModel.pdf](http://www.globalquakemodel.org/system/files/A_GlobalEarthquakeModel.pdf)

[ 2] About Global Earthquake Model. <http://www.globalquakemodel.org/node/408>